

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **63-309910**

(43) Date of publication of application : 19.12.1988

(51)Int.Cl. G02B 13/18
G02B 13/00

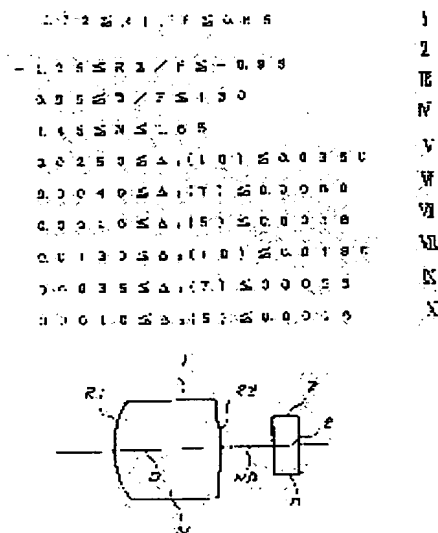
(21)Application number : **62-146319** (71)Applicant : **CANON INC**
(22)Date of filing : **11.06.1987** (72)Inventor : **YAMAZAKI SHOICHI**

(54) OBJECTIVE LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize the correction of aberration with high magnification and superior correction on and outside an axis, by setting relation among a radius of curvature in the neighborhood of the optical axis of a first plane, the radius of curvature in the neighborhood of the optical axis of a second plane, and the thickness on the axis, the refractive index, and the focal distance of an objective lens at specific relation.

CONSTITUTION: Assuming the radius of curvature of curvature in the neighborhood of the optical axis of the first plane existing on a long focal side as R_1 , the radius of curvature in the neighborhood of the optical axis of the second plane existing on a short focal side as R_2 , the thickness on the axis of the objective lens as D , the refractive index at a wavelength to be used as N , the focal distance as F , and differences in the direction of the optical axis between an aspherical plane with effective diameters of 100%, 70% and 50% on a ν -th plane ($\nu=1,2$) and a spherical plane having the radius of curvature R_ν ($\nu=1,2$) as $\Delta \nu 10$, $\Delta \nu 7$, and $\Delta \nu 5$, respectively, equation I-X is satisfied when the values of the $\Delta \nu 10$, the $\Delta \nu 7$, and the $\Delta \nu 5$ ($\nu=1,2$) are set in such a way that a direction where the curvature of the aspherical plane is weakened as advancing from the optical axis to the peripheral direction of the diameter of the objective lens is set as a forward direction. In such a way, it is possible to obtain the objective lens possible to be used with the high magnification and with the superior correction of the aberration on and outside of the axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-309910

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月19日

G 02 B 13/18
13/00

8106-2H
8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 対物レンズ

⑭ 特 願 昭62-146319

⑮ 出 願 昭62(1987)6月11日

⑯ 発 明 者 山 崎 章 市 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑰ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑱ 代 理 人 弁理士 丸 島 俊 一

明 細 書

1. 発明の名称

対物レンズ

2. 特許請求の範囲

両面非球面の対物レンズであって、該対物レンズを使用する際、長焦点側に存する第1面の光軸近傍の曲率半径をR1、短焦点側に存する第2面の光軸近傍の曲率半径をR2、該対物レンズの軸上肉厚をD、使用波長での屈折率をN、焦点距離をF、該第 ν 面($\nu=1, 2$)での有効径10割及び7割及び5割における非球面と該曲率半径R ν ($\nu=1, 2$)を有する球面との光軸方向の差を、夫々 $\Delta \nu(10)$ 及び $\Delta \nu(7)$ 及び $\Delta \nu(5)$ ($\nu=1, 2$)とし、該 $\Delta \nu(10)$ 及び $\Delta \nu(7)$ 及び $\Delta \nu(5)$ の値を光軸から該対物レンズの径周辺方向にいくに従って非球面の曲率が弱くなる方向を正とする時、以下の条件を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$(1) \quad 0.72 \leq R1 / F \leq 0.85$$

$$(2) \quad -1.25 \leq R2 / F \leq -0.95$$

$$(3) \quad 0.95 \leq D / F \leq 1.30$$

$$(4) \quad 1.45 \leq N \leq 1.65$$

$$(5) \quad 0.0250 \leq \Delta_1(10) \leq 0.0350$$

$$(6) \quad 0.0040 \leq \Delta_1(7) \leq 0.0080$$

$$(7) \quad 0.0010 \leq \Delta_1(5) \leq 0.0018$$

$$(8) \quad 0.0130 \leq \Delta_2(10) \leq 0.0180$$

$$(9) \quad 0.0035 \leq \Delta_2(7) \leq 0.0055$$

$$(10) \quad 0.0010 \leq \Delta_2(5) \leq 0.0016$$

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は対物レンズに関し、特にビデオ及びオーディオディスク、光メモリ装置等の記録再生に用いられる、両面非球面の対物レンズに関する。

そして、本発明の対物レンズは、該対物レンズ自身で有限結像系を構成出来る為、非常に小型軽量の記録再生系を提供出来る。

(従来技術)

従来、半導体レーザからの光をコリメータ

レンズで平行光にし、この平行光を対物レンズにより光ディスク等の記録面に集光し、該対物レンズを用いて自動焦点やトラッキング制御を行う方式が良く知られている。

この方式で使用される対物レンズは、所謂無限（結像）系を成すものであり、上述の通りコリメータレンズが必要な為に、光学系の小型化を図ることは困難であった。又、少なくとも2枚のレンズが必要な為にコストもかかる。

一方、コリメータレンズを用いず、半導体レーザーからの光を直接記録面上に集光する、所謂有限系の対物レンズが幾つか提案されている。

しかしながら、従来提案された有限系の対物レンズは、光学系を小さくする為に有限系の倍率を上げると、収差がかなり悪化するという欠点を有していた。

又、この種の有限系対物レンズは、加工時における各面間の平行偏心及び傾き偏心による軸ずれ、或いは組立時の偏心によりレンズ性能がかなり低下する。

径1.0割及び7割及び5割における非球面と該曲率半径 R_v ($v=1, 2$)を有する球面との光軸方向の差を、夫々 $\Delta v(1.0)$ 及び $\Delta v(7)$ 及び $\Delta v(5)$ ($v=1, 2$)とし、該 $\Delta v(1.0)$ 及び $\Delta v(7)$ 及び $\Delta v(5)$ の値を光軸から該対物レンズの径周辺方向にいくに従って非球面の曲率が弱くなる方向を正とする時、

- (1) $0.72 \leq R_1 / F \leq 0.85$
- (2) $-1.25 \leq R_2 / F \leq -0.95$
- (3) $0.95 \leq D / F \leq 1.30$
- (4) $1.45 \leq N \leq 1.65$
- (5) $0.0250 \leq \Delta_1(1.0) \leq 0.0350$
- (6) $0.0040 \leq \Delta_1(7) \leq 0.0080$
- (7) $0.0010 \leq \Delta_1(5) \leq 0.0018$
- (8) $0.0130 \leq \Delta_2(1.0) \leq 0.0180$
- (9) $0.0035 \leq \Delta_2(7) \leq 0.0055$
- (10) $0.0010 \leq \Delta_2(5) \leq 0.0016$

なる条件を満足することを特徴としている。

本発明の対物レンズは、特に光ディスク等の記録再生系に好適である。この種の記録再生系に

しかしながら、この様な問題を設計に際し考慮した、対物レンズの設計例はあまり知られていない。

(発明の概要)

本発明は、上記従来の対物レンズの問題点に鑑みなされたものであり、高倍率であって且つ軸上及び軸外の収差補正が良好になされた対物レンズの提供を目的としている。

又、本発明の他の目的は、レンズ加工時に生ずる各面間の軸ずれやレンズ単体の偏心による性能劣化を、設計上、極めて小さくした、大口径の有限系対物レンズを提供することにある。

上記目的を達成する為に、本発明に係る対物レンズは、両面非球面の対物レンズであって、該対物レンズを使用する際、長焦点側に存し、正の屈折力を有する第1面の光軸近傍の曲率半径を R_1 、短焦点側に存し、正の屈折力を有する第2面の光軸近傍の曲率半径を R_2 、該対物レンズの、軸上肉厚を D 、使用波長での屈折率を N 、焦点距離を F 、該第 v 面 ($v=1, 2$)での有効

使用する場合、該対物レンズの長焦点側に半導体レーザー等の光源が、該対物レンズの短焦点側に光ディスクの記録面が位置することになる。

後述する本発明の一形態を示す実施例では、光ディスク用の有限系対物レンズを提示している。この対物レンズは倍率 $\beta = -0.231$ 、ディスク側 $NA = 0.45$ で、高倍率且つ大口径のレンズとなっている。そして、 $\phi 0.3 \sim 0.4$ 程度の範囲内で回折限界に近い光学性能を有する優れたレンズである。

(実施例)

本発明の具体的な実施例を述べる前に、本発明の特徴を成す前記条件式(1)～(10)に関して説明する。

条件式(1)は本対物レンズの第1面の形状を規定するものである。条件式(1)の下限値を越えると球面収差が補正不足となり、又、第1面の非球面加工が困難になる。一方、条件式(1)の上限値を越えると球面収差が補正過剰となる。

条件式(2)は本対物レンズの第2面の形状を規定するものである。条件式(2)の下限値を越えると非点収差が悪化し補正出来ない。一方、条件式(2)の上限値を越えるとコマ収差が残る。

条件式(3)は本対物レンズの軸上肉厚を規定するものである。条件式(3)の下限値を越えると軸外性能が悪化し、特に偏心コマ(1962年応用物理学会講演会、松居による)が発生し易くなり、加工時及び組立時に於ける性能劣化が著しい。一方、条件式(3)の上限値を越えるとレンズ単体の重量が重くなり、トラッキングやフォーカシングの際のレンズ駆動に対し不利である。

条件式(4)は本対物レンズの屈折率(材料)を規定するものである。条件式(4)の下限値を越えると球面収差が補正過剰となり、偏心コマ収差が発生し易くなる。一方、条件式(4)の上限値を越えると十分な作動距離を確保出来なくなる。

レンズが成す有限系の近軸横倍率、 R_1 、 R_2 は本対物レンズの第1面及び第2面のベース曲面の曲率半径(光軸近傍の曲率半径)、 D は本対物レンズの軸上肉厚、 WD は作動距離、 t は光ディスクのディスク厚、 N は本対物レンズの波長 $\lambda = 780\text{nm}$ に対する屈折率、 n は同様に光ディスクの波長 $\lambda = 780\text{nm}$ に対する屈折率である。

本対物レンズの非球面形状は、第 ν 面($\nu = 1, 2$)の頂点を原点とし、光軸方向へのベース曲面からの偏差を x_ν 、入射高を H_ν として次の式で表わすことが出来る。

$$x_\nu = \frac{H_\nu^2 / R_\nu}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_\nu)(H_\nu / R_\nu)^2}} + A_\nu H^2 + A_{\nu 3} H^3 + \dots$$

($\nu = 1, 2$)

尚、 A_ν 、 $A_{\nu 3}$ 、 \dots は非球面係数、 K_ν は円錐定数を示しており、光軸から径周方向へ遠ざかるに従って非球面の曲率が小さくなる方向を正と考える。

表1乃至表4には、前記条件式(5)乃至

条件式(5)～(7)は、本対物レンズの第1面の有効径10割、7割、5割での非球面量を示すものである。夫々の条件式(5)～(7)の下限値をこえると、非点収差が悪化し、逆に上限値をこえると、球面収差が補正過剰となる。

条件式(8)～(10)は本対物レンズの第2面における有効径10割、7割、5割での非球面量を示すものである。夫々の条件式(8)～(10)の下限値をこえると内向性のコマ収差が発生し偏心非点収差(1962年応用物理学講演松居による)が発生しやすくなる。逆に上限値をこえると球面収差が補正過剰となる。

次に、本発明の具体的実施例に関して述べる。

表1乃至表4は本発明に係る対物レンズの数値実施例1～4を示す。

表中、 F は本対物レンズの焦点距離、 NA は本対物レンズを光ディスクのピックアップとして用いた場合の、ディスク側の開口数、 β は本対物

(10)に示される Δ_1 、(10)、 Δ_1 、(7)、 Δ_1 、(5)、 Δ_2 、(10)、 Δ_2 、(7)、 Δ_2 、(5)の値と上記円錐定数 K_ν と非球面係数 $A_{\nu i}$ ($i = 1 \sim 10$)を示している。

(以下空白)



表 1 (実施例 1)

$F = 1$	$NA = 0.45$	$\beta = -0.231$
$R_1 = 0.77985$	$D = 1.19507$	$N = 1.57644$
$R_2 = -0.97163$	$W, D = 0.51302$	$n = 1.57100$
	$t = 0.24763$	
$K_1 = 1.52026 \times 10^{-1}$	$K_2 = -9.96297 \times 10^{-1}$	
$A_{12} = 0$	$A_{22} = 0$	
$A_{13} = -4.29116 \times 10^{-3}$	$A_{23} = -5.51708 \times 10^{-3}$	
$A_{14} = -2.25864 \times 10^{-1}$	$A_{24} = 1.12792$	
$A_{15} = -2.60447 \times 10^{-1}$	$A_{25} = -1.32322$	
$A_{16} = 8.24924 \times 10^{-2}$	$A_{26} = -7.59535 \times 10^{-3}$	
$A_{17} = -1.51973 \times 10^{-1}$	$A_{27} = 1.32083$	
$A_{18} = -5.95479 \times 10^{-1}$	$A_{28} = -5.56126$	
$A_{19} = 1.28679$	$A_{29} = 8.90203$	
$A_{110} = -2.75963$	$A_{210} = -3.36386$	
$\Delta_1 (10) = 0.02875$	$\Delta_2 (10) = 0.01643$	
$\Delta_1 (7) = 0.00566$	$\Delta_2 (7) = 0.00461$	
$\Delta_1 (5) = 0.00136$	$\Delta_2 (5) = 0.00132$	

表 2 (実施例 2)

$F = 1$	$NA = 0.45$	$\beta = -0.231$
$R_1 = 0.77481$	$D = 1.20863$	$N = 1.57644$
$R_2 = -0.96727$	$W, D = 0.50306$	$n = 1.57100$
	$t = 0.24750$	
$K_1 = 1.50412 \times 10^{-1}$	$K_2 = -7.59537 \times 10^{-1}$	
$A_{12} = 0$	$A_{22} = 0$	
$A_{13} = -1.19552 \times 10^{-3}$	$A_{23} = 7.68603 \times 10^{-3}$	
$A_{14} = -1.62567 \times 10^{-1}$	$A_{24} = 1.11664$	
$A_{15} = -3.91343 \times 10^{-1}$	$A_{25} = -1.10976$	
$A_{16} = 1.83485 \times 10^{-2}$	$A_{26} = -1.90770 \times 10^{-1}$	
$A_{17} = -8.56317 \times 10^{-3}$	$A_{27} = 1.24232$	
$A_{18} = 2.79370 \times 10^{-1}$	$A_{28} = -5.89821$	
$A_{19} = -9.74765 \times 10^{-2}$	$A_{29} = 8.86553$	
$A_{110} = -2.55433$	$A_{210} = -2.14262$	
$\Delta_1 (10) = 0.02882$	$\Delta_2 (10) = 0.01641$	
$\Delta_1 (7) = 0.00566$	$\Delta_2 (7) = 0.00460$	
$\Delta_1 (5) = 0.00135$	$\Delta_2 (5) = 0.00132$	

表 3 (実施例 3)

$F = 1$	$N A = 0 . 4 5$	$\beta = - 0 . 2 3 1$
$R 1 = 0 . 7 8 9 9 5$	$D = 1 . 1 3 7 3 7$	$N = 1 . 5 7 6 4 4$
$R 2 = - 1 . 0 0 9 9 0$	$W . D = 0 . 5 4 6 5 7$	$n = 1 . 5 7 1$
	$t = 0 . 2 4 8 1 5$	
$K 1 = 1 . 5 0 8 3 0 \times 1 0^{-1}$	$K 2 = 3 . 9 0 9 9 7 \times 1 0^{-1}$	
$A_{12} = 0$	$A_{22} = 0$	
$A_{13} = - 3 . 8 8 9 1 3 \times 1 0^{-3}$	$A_{23} = 6 . 4 0 2 3 2 \times 1 0^{-4}$	
$A_{14} = - 2 . 2 2 4 9 0 \times 1 0^{-1}$	$A_{24} = 1 . 0 7 7 8 5$	
$A_{15} = - 2 . 4 6 5 9 1 \times 1 0^{-1}$	$A_{25} = - 9 . 6 4 8 0 1 \times 1 0^{-1}$	
$A_{16} = 2 . 7 5 7 2 9 \times 1 0^{-2}$	$A_{26} = - 1 . 3 0 6 1 5 \times 1 0^{-1}$	
$A_{17} = - 1 . 6 6 0 4 5 \times 1 0^{-1}$	$A_{27} = 9 . 7 2 9 5 1 \times 1 0^{-1}$	
$A_{18} = - 5 . 2 3 0 8 2 \times 1 0^{-1}$	$A_{28} = - 4 . 0 0 1 7 9$	
$A_{19} = 1 . 6 6 9 9 6$	$A_{29} = 9 . 6 0 7 6 7$	
$A_{110} = - 3 . 1 4 9 2 6$	$A_{210} = - 7 . 5 4 7 7 7$	
$\Delta_1 (10) = 0 . 0 2 9 6 7$	$\Delta_2 (10) = 0 . 0 1 6 5 0$	
$\Delta_1 (7) = 0 . 0 0 5 8 2$	$\Delta_2 (7) = 0 . 0 0 4 6 8$	
$\Delta_1 (5) = 0 . 0 0 1 3 8$	$\Delta_2 (5) = 0 . 0 0 1 3 5$	

表 4 (実施例 4)

$F = 1$	$N A = 0 . 4 5$	$N = 1 . 5 7 6 4 4$
$R 1 = 0 . 7 5 4 6 2$	$D = 1 . 0 8 8 4 0$	
$R 2 = - 1 . 1 5 3 7 8$	$W . D = 0 . 5 4 5 2 5$	$n = 1 . 5 7 1$
	$t = 0 . 2 4 8 7 8$	
$K 1 = 1 . 4 9 9 0 7 \times 1 0^{-1}$	$K 2 = 1 . 0 2 2 5 5$	
$A_{12} = 0$	$A_{22} = 0$	
$A_{13} = - 1 . 3 8 1 1 1 \times 1 0^{-2}$	$A_{23} = - 2 . 9 4 6 1 8 \times 1 0^{-2}$	
$A_{14} = - 1 . 6 9 3 4 4 \times 1 0^{-1}$	$A_{24} = 1 . 2 3 3 5 9$	
$A_{15} = - 3 . 6 8 4 9 8 \times 1 0^{-1}$	$A_{25} = - 1 . 1 2 7 1 2$	
$A_{16} = - 1 . 3 3 5 4 4 \times 1 0^{-2}$	$A_{26} = 8 . 2 9 8 8 5 \times 1 0^{-1}$	
$A_{17} = 1 . 4 8 3 7 1 \times 1 0^{-1}$	$A_{27} = - 1 . 2 5 5 8 9$	
$A_{18} = - 4 . 3 0 1 0 5 \times 1 0^{-1}$	$A_{28} = - 2 . 9 5 9 0 7$	
$A_{19} = 1 . 5 3 2 4 1$	$A_{29} = 5 . 8 1 2 4 3$	
$A_{110} = - 4 . 3 8 2 6 8$	$A_{210} = 3 . 2 6 8 3 0$	
$\Delta_1 (10) = 0 . 0 3 2 7 3$	$\Delta_2 (10) = 0 . 0 1 5 7 4$	
$\Delta_1 (7) = 0 . 0 0 6 3 2$	$\Delta_2 (7) = 0 . 0 0 4 3 1$	
$\Delta_1 (5) = 0 . 0 0 1 5 3$	$\Delta_2 (5) = 0 . 0 0 1 1 8$	

第1図に本発明に係る対物レンズの概略断面図を示す。

図面において、1は本対物レンズ、2は光ディスクを示しており、他の符号R1、R2、D、N、WD、t、nは先に述べたパラメータに対応している。

前記表1乃至表4で示される対物レンズは、第1図に示す様な形状を大略有する。そして、第1図において、不図示の半導体レーザからの発散光は、紙面左方より対物レンズ1に入射し、対物レンズ1により収斂光に変換される。この収斂光は光ディスク2に入射し、光ディスク2の図中右側の面に発光する。

ここで、光ディスク2と呼称しているものは、実際には光ディスクの透明基板又は透明保護層に対応する。従って、第1図に於いて光ディスク2の右側の面は記録面が存在する位置を示す。

第2図乃至第5図は表1乃至表4で示された実施例1～4の対物レンズの収差図を示す。

ここでは、球面収差及び非点収差及び歪曲収差

を提供出来る。

この為、高倍率の有限系を構成して、光学系のコンパクト化を図ることが出来る。

又、レンズ加工時や組立時に生ずる各面間の偏心やレンズ単体の偏心に対する敏感度を小さく抑え、常時極めて良好に収差補正効果を享受出来る両面非球面の対物レンズを提供出来る。

特に、本発明の対物レンズは、上記効果を有することから実用的なレンズ系と成り得、有限系として用いる場合に非常に好適である。

又、有限系として用いた場合でも、大口径で且つ軸上及び軸外の収差補正を良好に行った対物レンズとすることが出来、光ディスク等の対物レンズとして極めて有用である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る対物レンズ断面図。

第2図は表1の実施例の対物レンズの諸収差を示す収差図。

第3図は表2の実施例の対物レンズの諸収差を示す収差図。

を示しており、非点収差の収差図において、Mはメリジオナル方向、Sはサジタル方向の収差曲線を表わす。

第2図乃至第5図の収差図から明らかな様に、本実施例によれば、単一の非球面对物レンズで有限系を構成し、しかも $NA = 0.45$ という大口径の光学系であるにも係わらず、軸上及び軸外の収差が良好に補正され、光ディスクの対物レンズとして有用なレンズとなった。

その上、前述の各条件を適宜満たす如く設計されている為、レンズ加工時及び組立時に生ずる偏心に対する敏感度が小さく、極めて実用的なレンズとなっている。

以上示した実施例は本発明の一例を示したのみに過ぎず、前述の条件をみたす両面非球面レンズは本発明の思想の下で種々の形態のレンズとして設計出来るものである。

(発明の効果)

以上、本発明によれば、高倍率で使用出来、且つ軸上及び軸外の収差補正が良好な対物レンズ

第4図は表3の実施例の対物レンズの諸収差を示す収差図。

第5図は表4の実施例の対物レンズの諸収差を示す収差図。

1・・・本対物レンズ

2・・・光ディスク

M・・・メリジオナル方向の収差曲線

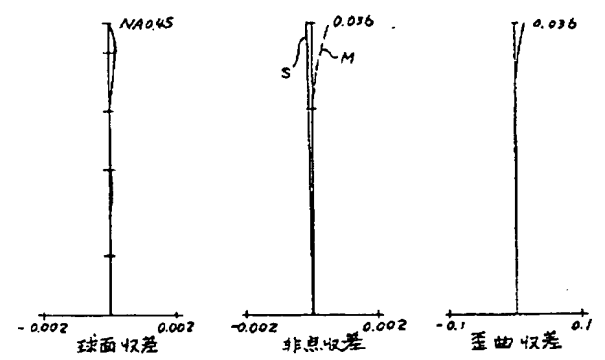
S・・・サジタル方向の収差曲線

出願人 キヤノン株式会社

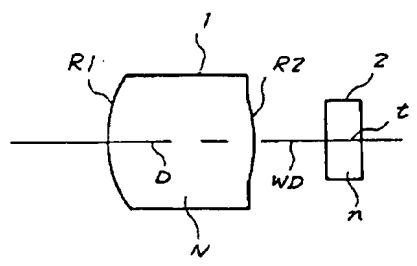
代理人 丸 島 徹 一



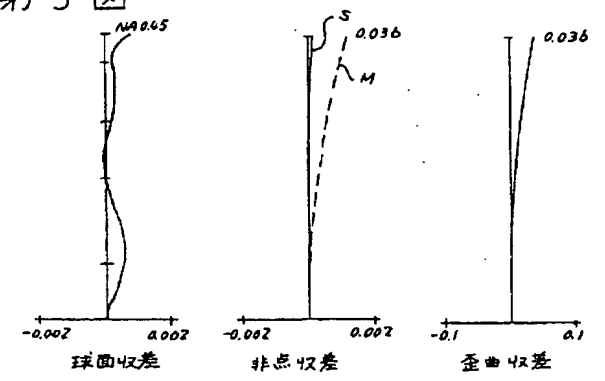
第2図



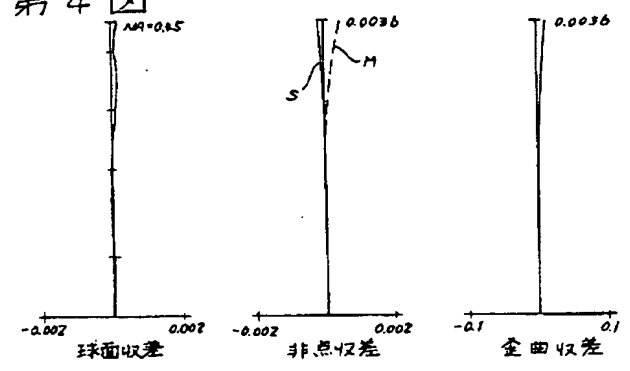
第1図



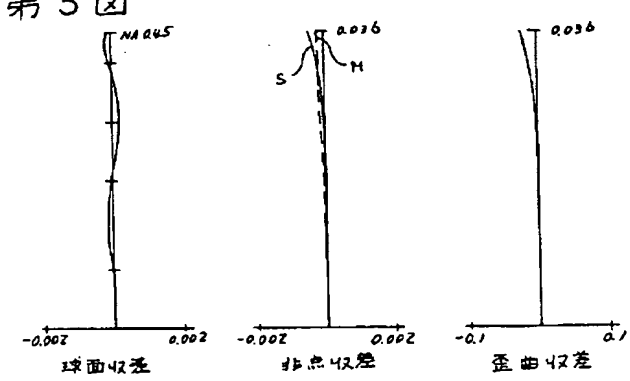
第3図



第4図



第5図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.